Lane Medical Library

Aus dem physiologischen Institut zu Bonn.

Ueber Gährung

und

Bestimmung des Zuckers

durch dieselbe.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei

der hohen medicinischen Facultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

eingereicht und mit den beigefügten Thesen vertheidigt

am 12. August 1882, Nachmittags 4 Uhr,

von

Joh. Peter Breidenbend

aus Düren.

Bonn,

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi.

1882.

Meinen theuren Eltern

in kindlicher Liebe und Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/uebergahrungundb0000unse

Die vorliegende Arbeit wurde auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. Finkler unternommen und im physiologischen Institute unter Leitung des Herrn Geh. Rath Prof. Dr. Pflüger ausgeführt.

Es möge mir gestattet sein, den beiden Herren an dieser Stelle meinen innigsten Dank auszusprechen.

Herrn Dr. Antweiler, dem chem. Assistenten des Instituts, bin ich gleichfalls zu Dank verpflichtet.

1. Kapitel.

Nachfolgende Arbeit wurde ausgeführt, um dem Arzte eine Methode zu liefern, mit Hülfe deren er leicht und mit hinlänglicher Genauigkeit den Zucker im diabetischen Harne bestimmen kann, ohne zu viel Zeit durch eine solche Bestimmung zu verlieren. Ehe wir aber die eigentlichen Bestimmungsmethoden besprechen, dürfte es wohl angezeigt sein, vorher einen kurzen Ueberblick über die Arbeiten zu liefern, die sich mit Gährung befassen. Zwar existirt eine ganze Reihe Bücher über dieses Thema, welche aber nicht geeignet sind, einen objektiven Ueberblick über die Gährungserscheinungen bis in die neueste Zeit zu liefern, da sie alle mehr oder weniger die Ansicht des Verfassers vertheidigen. So

Liebig: Ueber die Gährung und die Quelle der Muskelarbeit, 1870;

Balling: Gährungschemie, 1845;

Mulder: Chemie des Bieres;

Stahlschmidt: Gährungschemie, 1868;

Harz: Untersuchungen über Alkohol- und Milchsäuregährung, 1871;

Schützenberger: Gährungserscheinungen;

A. Mayer: Untersuchungen über die alkoholische Gährung, 1869, sowie ferner

Gährungschemie, 1879.

Weitere ausführliche Aufsätze findet man unter dem Kapitel Gährung in den Büchern über Spiritus-, Wein- und Bierbereitung.

Die beiden Begriffe „Ferment“ und „Gährung“ treten in sehr frühen Entwicklungsperioden der Chemie auf, ja der Vorgang der Gährung ist schon in der allerältesten Zeit nicht nur bekannt gewesen, sondern auch viel besprochen worden. Bereits im Jahre 1697 stellte Stahl eine Theorie mit folgenden Worten auf: „Ein Körper, der in Faulung begriffen ist, bringet bei einem anderen, von Faulung annoch befreiten sehr leichtlich die Verderbung zu Wege; ja es kann ein solcher, bereits in innerer Bewegung begriffener Körper einen annoch ruhigen, jedoch zu einer sothanen Bewegung geneigten sehr leicht in eine solche innere Bewegung hinreissen.“ Später werden wir sehen, dass Liebig fast genau dieselbe Theorie aufstellte.

In dem darauf folgenden Jahrhundert wurden zwar viele, aber wenig erfolgreiche Arbeiten über Gährung ausgeführt. Erst im Jahre 1784 fand Lavoisier die wichtige Thatsache, dass Zucker verschwindet und Alkohol auftritt. Er sowohl wie Gay-Lussac versuchten, eine Gleichung aufzustellen, nach der dieser Vorgang stattfindet.

Cagniard de Latour erkannte 1835, dass die Hefe eine Pflanze sei. Schwann bestätigte diese Thatsache und wies nach, dass die Hefe die Gährung erzeuge und nicht, wie Gay-Lussac lehrte, der Sauerstoff der Luft.

Berzelius und Mitscherlich, welche eine Theorie der Gährungserscheinungen, die Contakttheorie, aufstellten, sind eigentlich nur die Vorgänger Liebigs, der im Jahre 1839 die mechanische Gährungstheorie in folgender Weise aussprach: Unter dem Einflusse des Sauerstoffs der Luft und bei Gegenwart ausreichender Mengen von Feuchtigkeit sind die Proteïnstoffe im Stande, eine Zersetzung zu erleiden — in Fäulniss überzugehen. Kommen die in Bewegung begriffenen Moleküle (Fermente) eines solchen Körpers mit einem zum Zerfall geneigten andern Körper in Berührung, so wird letzterer durch Uebertragung der Bewegung zur Zersetzung gebracht. Ein solches Ferment ist nach Liebig die Hefe;

dieselbe zersetzt sich bei Sauerstoffzutritt und überträgt ihre Zersetzung auf den Zucker. Ist die Zersetzung einmal im Gange, so bedarf es keiner weitern Zufuhr von Sauerstoff: „Es schreitet die Gährung auch fort bei Luftabschluss."

Trotzdem diese Theorie vollständig im Gegensatze zur pflanzlichen Natur der Hefe stand, war sie doch die einzige, mit welcher fast zwanzig Jahre lang die Gährungserscheinungen erklärt wurden.

Als später auch Liebig die pflanzliche Natur der Hefe anerkannte, modificirte er obige Theorie, und zwar erklärte er nun die Gährung als eine Erscheinung, die erst mit dem Tode der Hefezelle eintrete.

Neben der Liebig'schen Gährungstheorie hatte C. Schmidt[1]) die aufgestellt, dass sich wie bei der Aetherbildung Hefebestandtheile mit den Elementen des Zuckers verbinden, welche Verbindungen sofort wieder in Alkohol und Kohlensäure zerfallen. Ihm gebührt das Verdienst, nachgewiesen zu haben, dass bei der Gährung Bernsteinsäure entsteht und eine Gewichtszunahme der Hefezellen stattfindet.

Im Jahre 1857 spricht sich Traube[2]) über die Gährung und Verwesung in folgender Weise aus: Die Fäulniss- und Verwesungsfermente sind bestimmte chemische Verbindungen, entstanden aus der Umsetzung der Proteïnstoffe mit Wasser, vielleicht unter Mitwirkung des Sauerstoffs. Die Fermente haben die Eigenschaft, Sauerstoff aufzunehmen, diesen an andere Körper abzugeben, wieder aufzunehmen etc. und dadurch Gährung und Verwesung zu bewirken. Unter den Fermenten unterscheidet er

1. Verwesungsfermente; dieselben nehmen nur freien Sauerstoff leicht auf, binden ihn lose und geben ihn leicht wieder ab.

2. Reductionsfermente; sie nehmen auch gebundenen

---

1) Im Ausz. Jahresb. f. Chemie 1848 u. 1849.

2) Pogg. Ann. 103, 331.

Sauerstoff auf, namentlich in Berührung mit Wasser und einer anderen Substanz; das Ferment zieht dabei den Sauerstoff des Wassers an sich, die andere Substanz (z. B. Indigo oder Indigschwefelsäure) den Wasserstoff. Hieran reihen sich die Gährungen, bei denen ein Ferment unter Mitwirkung der Atomgruppe A einer vorhandenen Substanz das Wasser zersetzt, A den Wasserstoff aufnimmt, das Ferment den Sauerstoff, um ihn auf eine andere Atomgruppe B derselben Substanz zu übertragen. Auf diese Art erklärt Traube die Gährung des Harnstoffs unter Bildung von Kohlensäure und Ammoniak, so die geistige Gährung des Traubenzuckers u. s. w.

3. Höchstes Fäulnissferment. Dabei wird auch ohne Hinzutreten einer zweiten Affinität zum Wasserstoff das Wasser direkt zersetzt, wobei sich der Wasserstoff frei entwickelt.

Hiernach bedürfen verschiedene der Gährung oder Verwesung fähige Substanzen zur Einleitung einer solchen Veränderung auch verschiedener Fermente.

Der französische Chemiker Pasteur [1]) stellte auf Grund einer grossen Anzahl von Versuchen eine neue Theorie, die vitale Gährungstheorie, auf, welche die Liebig'sche nach fünfjährigem Kampfe verdrängte. Pasteur erklärte die Gährung nicht als einen Vorgang, der auf dem Absterben der Hefe, sondern der im Gegentheile auf dem Lebensprocesse der Hefe beruhe. Alkohol und Kohlensäure sind nach ihm entweder die Produkte des Stoffwechsels der Hefe oder die eines Fermentes, welches durch die Organisation der Hefe entsteht und während derselben wirkt.

Erst Pasteur's Untersuchungen waren es, die uns mit einem ausserordentlich grossen Material versahen; durch sie erst wurden wir mit den fundamentalsten Vorgängen, die sich bei der Gährung vollziehen, bekannt. Er wies nach, dass die bei der Gährung entstehende Säure nie Milch- oder

1) Ann. chem. phys. [3] LVIII. 323.

Essigsäure sei, ferner dass nicht nur Alkohol und Kohlensäure entstehen, sondern dass sich daneben noch Bernsteinsäure, Glycerin, Cellulose, Fett etc. bilden. Dabei gebrauchen diese Nebenprodukte verschiedene Mengen von Zucker und zwar:

Bernsteinsäure	0,6—0,7 %
Glycerin	3,2—3,6 „
Cellulose, Fett etc.	1,2—1,5 „
zusammen also	5,0—5,8 %.

Dazu kommt noch ein Plus von Kohlensäure gegen den Alkohol, entsprechend 0,6—0,7 %, und mindestens wird 1 % Zucker zur Bildung von Hefe verbraucht. Die Menge der Nebenprodukte beträgt demnach 6,6—7,5 % der angewendeten Zuckermenge oder richtiger: 92,8—93,4 % des angewendeten Zuckers zerfällt glatt in Alkohol und Kohlensäure nach der Gleichung

$$C_6H_{12}O_6 = 2(C_2H_6O) + 2CO_2.$$

Die Menge des zur Bildung von Nebenprodukten verwendeten Zuckers ist aber sehr verschieden; so z. B. beträgt sie bei gut geleiteter Gährung und nicht zu geringem Zusatz von Hefe etwa 6 % des verbrauchten Zuckers.

Pasteur fand ferner, dass die Hefe zu ihrer Ernährung Salze gebraucht, und dass Phosphorsäure und Kalisalze unbedingt zu ihrem Wachsthum erforderlich sind.

Von besonders grosser Wichtigkeit für die Gährung waren seine Untersuchungen über den Stickstoffumsatz der Hefe resp. den Nährwerth, der den einzelnen stickstoffhaltigen Substanzen zukommt. Er fand, dass die Hefe am leichtesten ihren Bedarf aus ihren eignen, in Wasser löslichen stickstoffhaltigen Verbindungen entnimmt. Hühnereiweiss ist gar nicht im Stande, der Hefe Stickstoff zu liefern; abgepresste Muskelflüssigkeit, sowie Blutserum wirken schon besser, dagegen wieder weit schlechter Leim und Caseïn. Am geeig-

netsten zur Stickstoffernährung fand er die einfachste stickstoffhaltige Verbindung, nämlich Ammoniak.

Dass Hefe im Stande ist, Gährung hervorzubringen ohne Beimischung anorganischer Salze oder stickstoffhaltiger Körper, wurde von ihm gleichfalls nachgewiesen; sie lebt dann von ihrem eignen Stickstoff, ihren eignen anorganischen Salzen: „die Tochterzelle entzieht der Mutterzelle das, was sie zum Leben nöthig hat."

Leuchs[1]) bestätigt Pasteur's Angabe in Betreff des Nährwerthes von Hühnereiweiss, Leim und Ammoniaksalzen und findet, dass Kleber in den verschiedensten Formen nicht im Stande ist, der Hefe den nöthigen Stickstoff zu liefern.

Millon[2]) glaubt nachweisen zu können, dass ein Theil des Ammoniak, bis zu 80% des im weinsauren Ammoniak enthaltenen, mit der Kohlensäure fortgeführt wird, was jedoch von Duclaux[3]) durch Versuche, an deren Richtigkeit nicht gezweifelt werden kann, widerlegt wird.

Die Beobachtung Liebig's, dass Hefe sich nur bei geringer Aussaat vermehrt, bei reicher dagegen vermindert, und dass im letzteren Falle mehr Kohlensäure auftritt, als der verbrauchten Menge des Zuckers entspricht, bestätigt Pasteur und erklärt die Sache dadurch, dass nach dem Verbrauch des Zuckers der Process der Gährung sich noch eine zeitlang auf Kosten der Cellulose der eignen Gewebe fortsetzt, und zeigt durch den Versuch, dass Hefe im Stande ist, ohne Zusatz von Zucker doch Alkohol und Kohlensäure zu liefern.

Liebig[4]) wendet sich gegen diese Ansicht Pasteur's, da er fand, dass die Cellulose nicht abnimmt, sondern dass die Zellmembran verdickt sowie der Gehalt an Plasma ver-

---

1) Journ. f. pract. Chem. XCIII. 399.
2) Compt. rend. LVII. 235.
3) Compt. rend. LVIII. 1114.
4) Bayer. Acad. Ber. 1869. 2. 323. 393.

mindert wird, und dass diese Hefe nicht im Stande ist, Sprossen zu treiben. Letzteres wurde von Nägeli gezeigt. An derselben Stelle erklärt Liebig die Gährung für einen chemischen Vorgang. Die Bildung und Vermehrung von Hefe sowie jeder Pflanze hängt von ihrer Ernährung ab. Nun lebt aber Hefe und bewirkt Gährung in Lösungen, welche die zu ihrer Ernährung nöthigen Substanzen nicht enthalten z. B. reine Zuckerlösungen. Es bleibt demnach keine andere Deutung für die Gährung übrig, als dass die Hefe chemisch auf den Zucker einwirkt, und zwar glaubt Liebig den schwefel- und stickstoffhaltigen Verbindungen diese Wirkung zuschreiben zu müssen. Wird Hefe mit Wasser gewaschen, so gibt sie an dasselbe eine organische Verbindung ab, die in hohem Grade befähigt ist, Rohrzucker in Traubenzucker umzuwandeln.

J. W. Gumming[1]) behandelte Hefe mit Glycerin und fand, dass das Filtrat, welches keine Zellen enthält, sehr schnell Rohrzucker in Traubenzucker verwandelt, dass aber die Hefezellen unwirksam auf Rohr- und Traubenzucker geworden sind; dieselben erhalten ihre ursprünglichen Eigenschaften wieder, wenn sie mit dem Glycerin-Extract versetzt werden. Sollten diese Versuche bestätigt werden, und sollte der Glycerinauszug auch Gährung hervorbringen, so wäre ein Zweifel an Liebig's Ansicht kaum möglich.

Pasteur war es auch, der uns mit der Thatsache bekannt machte, dass die Hefe bei Luftabschluss eine energischere Zersetzung des Zuckers bewirkt, während bei Luftzutritt eine lebhafte Vermehrung der Hefekügelchen stattfindet. Er erklärt ferner, dass die Entwicklung des Hefepilzes ohne Gährung stattfinden kann, während umgekehrt Gährung immer an die Organisation der Hefe gebunden ist.

Die Annahme Pasteur's, dass die Hefe sich in einer Mischung von weinsaurem Ammoniak, Zucker und den Aschen-

---

1) Berl. Ber. 1872. 821.

bestandtheilen der Hefe fortpflanze, wird von Liebig bestritten, da aus diesen Elementen ein Albuminat entstehen müsste. Dann theilt er [1]) die Zersetzungsprocesse organischer Materien in 3 Gruppen ein. Die erste Gruppe enthält Alkohol-, Milch- und Buttersäuregährung sowie die Fäulniss thierischer Substanzen, die 2. und 3. Gruppe umfasst die Essigsäure- und Salpetersäurebildung.

A. Mayer, ein um die Gährungschemie sehr verdienter Gelehrter, bestätigte [2]) in sehr vielen Punkten die Untersuchungen Pasteur's. So fand auch er, dass Phosphorsäure und Kali zum Wachsthum der Hefe unentbehrlich sind, konnte von der Magnesia ein Gleiches nachweisen und machte es sehr wahrscheinlich, dass Schwefel gleichfalls Nahrungsmittel der Hefe ist.

In Betreff des Stickstoffumsatzes erweiterte er unsere Kenntniss, indem er fand, dass die Peptone und überhaupt die am leichtesten diffundirbaren Eiweisskörper die für die Stickstoffernährung des Hefepilzes geeignetsten sind, während z. B. die Syntonine sowie die Diastase nicht sehr geeignet sind. Harnstoff, Allantoin, Asparagin, Guanin und in geringem Grade auch Harnsäure sind zur Ernährung des Hefepilzes verwendbar; Salpetersäure (im Gegensatz zu chlorophyllhaltigen Pflanzen) ist nicht im Stande, dem Hefepilz den nöthigen Stickstoff zu liefern.

Sodann zeigte er, dass bei der Gährung ein stickstoffhaltiger Körper gebildet wird, der nicht im Stande ist, neue Hefezellen zu ernähren. Der vitalen Gährungstheorie Pasteur's gibt er eine präcisere Form, indem er annimmt, dass der Zucker von der Hefezelle aufgenommen wird, und dass Alkohol und Kohlensäure wahre Excrete letzterer sind.

Andere Ansichten über Gährung finden wir bei Be-

---

1) Ann. Chem. Pharm. 153, 137.

2) Abhandlungen in den Landw. Versuchsstationen sowie sein Lehrbuch der Gährungschemie, 3. Aufl. Heidelberg, C. Winter.

champ[1]). Er betrachtet dieselbe als Erscheinung des organischen Lebens. Bei der Einwirkung von Hefe auf Rohrzucker wird dieser durch das in der Hefe enthaltene Ferment, die Zymose, zuerst in Invertzucker verwandelt, welcher von der Hefe entweder dauernd consumirt oder vorübergehend zu einem Bestandtheil derselben wird. Ersteres tritt ein, sofern sich die Hefe vermehrt, letzteres, indem sie die in Folge ihres Lebensprocesses abgenutzten Gewebspartien in der Form derjenigen Verbindungen wieder abgibt, welche als die Produkte der geistigen Gährung bekannt sind. Es besteht demnach zwischen den Produkten der geistigen Gährung und dem Zucker nur ein mittelbarer Zusammenhang ähnlich wie zwischen dem Harnstoff und der Nahrung der Thiere. Seine Ansicht erhält sehr vieles für sich, da er aus 500 gr reiner, sehr gut ausgewaschener Hefe durch geeignete Behandlungsweise 10 gr Alkohol erhalten konnte. Die Membranen von Mycoderma aceti sind nach seiner Beobachtung gleichfalls im Stande, in Rohrzuckerlösungen Gährung zu erzeugen; da nun Alkohol sowohl aus Hefe allein als auch aus andern organischen Verbindungen unter dem Einflusse von Hefe oder einer ihr ähnlichen aber gleichwohl von ihr verschiedenen stickstoffhaltigen Substanz entstehen kann, so muss derselbe das Produkt einer Reihe gleichzeitiger oder successiver Vorgänge sein.

Luft ist nach ihm weder bei der Produktion des Fermentes noch bei der Gährung selbst betheiligt. Er findet auch[2]), dass bei der alkoholischen Gährung zu den von Pasteur aufgefundenen normalen Bestandtheilen auch Essigsäure gehört, eine Angabe, die von Pasteur[3]) jetzt bestätigt wird, obschon er in seiner ersten Abhandlung positiv das Nichtvorhandensein der Essigsäure aussprach; er erklärt die-

1) J. A. Jahresb. 17 (1864) 576.
2) Compt. rend. LVI. 969. 1086—1231.
3) Compt. rend. LVI. 989. 1109.

selbe jetzt durch die Gegenwart eines der Hefe beigemengten fadenförmigen Fermentes.

J. Lemaire[1]) hält die Ansichten Pasteur's über Gährung und Fäulniss für unzulässig; nach ihm können die verschiedensten Gährungen durch dasselbe Ferment eingeleitet werden. Specielle Fermente existiren nicht. In sauer reagirenden Flüssigkeiten erscheinen zunächst die vegetabilischen Fermente, während in neutralen die thierischen Organismen die Zersetzung beginnen. In Betreff der Essigbildung ist er der Ansicht, dass theils direkte Oxydation, theils Mycoderma vini den Vorgang veranlasste, und dass nicht, wie Pasteur glaubt, Mycoderma aceti betheiligt ist.

Wir haben früher gesehen, dass Pasteur die Gährung und Organisation der Hefe als zwei nicht zu trennende Vorgänge ansieht, wohingegen Liebig die Behauptung aufstellte, dass Wachsthum und Organisation der Hefe einerseits und Gährung andererseits zwei Processe sind, welche von einander getrennt werden müssen, und dass letzterer erst mit dem Aufhören des ersteren beginnt. Diesen Ausspruch Liebigs suchte Brefeld[2]) zu beweisen und kam zu folgenden Resultaten: der Mangel an Sauerstoff hindert das Wachsthum der Hefe und tödtet sie nach etwa 14 Tagen. Die Annahme, dass Hefe sich von dem chemisch gebundenen Sauerstoff ernähren könne, ist demnach nicht richtig. Hefe kann ferner Gährung erzeugen, ohne zu wachsen, aber die Lebensenergie nimmt mit der Länge der Gährung ab, und die fortwährend gährende Hefe stirbt zuletzt (nach fünfmaligem Gebrauche). Er schliesst daraus, dass die Gährung ein pathologischer Vorgang der Hefe, ein abnormer Lebensprocess ist, der mit dem Tode endigt. Drittens fand Brefeld, dass die Hefe wachsen kann, ohne Gährungserscheinungen hervorzurufen, und dass auch hierin Pasteur's Ansicht nicht die richtige ist. Es ist klar,

1) Compt. rend. LVII. 958.

2) Berl. Ber. 1874, 281, 1067.

dass, wenn Brefeld's Ansicht bestätigt wird, die Liebig'sche Theorie in ihrer letzt gegebenen Form (chemischer Vorgang) einstweilen den Thatsachen am meisten entspricht. Da es Brefeld aber auch bekannt war, dass sich Hefe auf das 20—30fache vermehren kann und hierbei doch intensive Gährungserscheinungen eintreten, so musste er nach einer Erklärung dieses Vorganges in seinem Sinne suchen. Seine Erklärung ist nun folgende: Bei der Gährung an freier Luft tritt an der Oberfläche der Flüssigkeit und solange noch Sauerstoff in der Lösung enthalten ist, eine Vermehrung der Hefe ein; ist der Sauerstoff aber verbraucht, so findet nur an der Oberfläche durch den an die Hefekügelchen diffundirten Sauerstoff eine Vermehrung statt, während in der Flüssigkeit Gährung eintritt.

Mayer erhebt gegen die Schlussfolgerungen Brefeld's Einspruch, da er Gährungserscheinungen beobachtete, trotzdem durch die gährende Flüssigkeit ein Strom von Sauerstoff geleitet wurde. Dass dagegen Gährung und Organisation resp. Wachsthum zu trennen sind, gibt er jetzt auch zu, verlangt aber, dass zwischen den beiden Endstadien (Vermehrung der Hefe ohne Gährung sowie Gährung ohne Vermehrung der Hefe) noch ein Mittelstadium angenommen wird, was mit den Ansichten Liebig's und Brefeld's auch leicht in Einklang zu bringen ist. Die interessante Beobachtung, dass der Stoffwechsel des Hefepilzes anders ist als bei höheren Pflanzen, verdanken wir wieder A. Mayer. Während letztere für jedes Vol. Sauerstoff 1 Vol. Kohlensäure ausathmen, athmet die Hefe für jedes Vol. Sauerstoff 7 Vol. Kohlensäure aus. Ein Ueberschuss von Kohlensäure kann natürlich nur von der Gährung herkommen.

Traube, ein um die Gährungschemie, wie wir früher gesehen haben, gleichfalls sehr verdienter Gelehrter, erklärt, nachdem er einen Unterschied zwischen Hefe und Hefekeimen angenommen hat (der aber von Brefeld wieder bestritten wird), dass zur Entwickelung von Hefekeimen Sauerstoff nöthig ist, während derselbe für fertig gebildete Hefe nicht

unbedingt nöthig, aber doch nützlich ist. Er beobachtet dann, dass bei Luftabschluss eine 68fache Vermehrung der Hefe eintritt, während bei ungehindertem Luftzutritt eine 184fache Vermehrung stattfindet. Die Angabe Brefeld's, dass die Hefe ohne Vermehrung Gährung bewirkt und die beiden Processe in keinem unbedingten Zusammenhange stehen, bestätigt er; dagegen findet er im Widerspruche mit ihm, dass entwickelte Hefe auch ohne Sauerstoff- oder Luftzutritt sich vermehren kann.

Pasteur[1]) beschreibt einen Versuch, durch den bewiesen wird, dass Ernährung und Lebensvorgänge der Hefe sowie der Verlauf der Gährung in engster Wechselbeziehung zu einander stehen, sodann [2]) gegen Brefeld und Traube einen andern, bei dem sich der Hefekeim ohne Luftzutritt entwickelt habe.

Traube findet, dass ganze Früchte, bei vollständigem Sauerstoffabschluss sich selbst überlassen, Gährung erzeugen ohne Zusatz von Hefe; derselbe Vorgang findet statt, wenn unverletzte Theile von Früchten auf dieselbe Art behandelt werden, ja sogar bei zerquetschten Früchten, die noch einige unverletzte Zellen enthalten, tritt eine schwache Gährung ein. Fruchtsaft, der keine Zellen enthält, gährt für sich aufbewahrt nicht.

Auf Grund dieser Versuche hält Traube die Gährung für die Wirkung eines Fermentes, welches wahrscheinlich im Protoplasma von sämmtlichen Pflanzen vorkommt, und welches nur Gährung erregt bei Luftabschluss sowie in den unverletzten Zellen. Er behauptet, dass das Ferment oxydirt wird und zwar bei Luftzutritt durch den Sauerstoff der Luft, bei Luftabschluss durch den chemisch gebundenen Sauerstoff des Zuckers. Der freie Sauerstoff wirke überhaupt bei den Gährungen beschleunigend, indem er die Vermehrung der Hefe, des Producenten des Fermentes, befördert.

1) Compt. rend. 78, 213.

2) Compt. rend. 80, 452.

C. Schumann[1]) theilt die Ansichten Traube's nicht; er beschreibt einen Versuch, durch den bewiesen wird, dass das Protoplasma der Pflanzen nicht im Stande ist, Gährung hervorzurufen.

Cl. Bernard ist der Ansicht (in seinen hinterlassenen Schriften), dass Alkohol sowohl bei Zutritt der Luft als auch bei Abschluss von Sauerstoff sich bilden kann, und dass das Ferment nicht von Keimen herrührt, die von aussen kommen, sondern er glaubt, dass sich in reifen und faulenden Früchten der Alkohol bildet durch ein lösliches Ferment, wozu die Luft nöthig ist; dieses lösliche Ferment muss sich demnach, entgegen den Angaben Traube's, auch im Safte reifer Früchte finden.

Berthelot[2]) weist darauf hin, dass, wenn Pasteur's Ansicht: „Die Hefe entzieht bei Luftabschluss dem Zucker den Sauerstoff" richtig ist, eine Sauerstoffzunahme der Hefe constatirt werden müsse, während die Analyse etwas derartiges gar nicht ergibt. Auch die nähere Zusammensetzung der Hefe ist nicht geeignet, eine Zunahme des Sauerstoffs zu erklären. Cellulose ist ein Anhydrid des Zuckers; Fett ist sauerstoffärmer, und auch für die Proteïnstoffe der Hefe berechnet er einen Ueberschuss an Wasserstoff, nachdem er den zum Sauerstoff gehörigen Wasserstoff zur Bildung von Wasser, den zum Stickstoff gehörigen Wasserstoff zur Bildung von Ammoniak in Abzug gebracht hat.

Pasteur[3]) entgegnet, dass der dem Zucker entzogene Sauerstoff als Kohlensäure austreten kann, und dass obige Vorwürfe nur einseitig seien, da sie ja auch auf die Vermehrung der Hefe bei Luftzutritt angewendet werden müssten.

Berthelot[4]) glaubt, dass, wenn Hefe bei Sauerstoffzutritt Kohlensäure liefere, hiermit noch immer nicht bewiesen

1) Berl. Ber. 1875, 44.
2) Compt. rend, 88, 18.
3) Compt. rend. 88. 58.
4) Compt. rend. 88, 103.

sei, dass sie ein Gleiches bei Sauerstoffabwesenheit thue. Dann wendet auch er sich der Liebig'schen Gährungstheorie zu, indem er die Fermentationsvorgänge als einfache chemische Processe bezeichnet, die mit der Lebensthätigkeit mikroskopischer Organismen nicht nothwendig verbunden sind.

In Betreff der Rolle, welche der Sauerstoff bei der Gährung und Hefevermehrung spielt, sind die Ansichten immer noch sehr getheilt. Wir haben früher gesehen, dass z. B. Brefeld und Berthelot ihm für die eigentliche Gährung einen hemmenden Einfluss beilegen, während Pasteur und Mayer gerade entgegengesetzter Ansicht sind. Bechamp[1]) findet nun, dass bei der alkoholischen Gährung der Sauerstoff begünstigend auf die Bildung von Alkohol wirkt; ferner dass sich die Hefe bei Sauerstoffzutritt rascher abnutzt als bei Sauerstoffabschluss. Weiterhin wies er nach, dass bei elektrisch erzeugtem Sauerstoff eine beträchtliche Menge hiervon absorbirt wird; sogar reine Hefe, in Wasser suspendirt, erzeugt Kohlensäure unter Absorption von Sauerstoff. In allerjüngster Zeit wurde von Brefeld eine gährungsfeindliche Wirkung des Sauerstoffs wieder erkannt, während C. von Nägeli die direkte Nützlichkeit behauptet.

A. Mayer[2]) findet wie auch Traube, dass der Sauerstoff direkt ohne merklichen Einfluss auf die Gährung ist und dieselbe nur insoweit begünstigt, als er die Vegetation der Hefe befördert. Weinsaures Kali-Natron wirkt wahrscheinlich beschleunigend, während freie Weinsäure, wie Anthon[3]) fand, einen nachtheiligen Einfluss auf die Gährung ausübt. Er vermuthet, dass Weinstein die Gährung beschleunigt, aber nur in geringem Grade.

Liebig[4]) beschrieb eine ganze Reihe Körper, welche alle mehr oder weniger die Gährung beeinflussen. So findet

1) Compt. rend. 88, 430.
2) Berl. Ber. 1880, 1163.
3) Chem. Centr.-Bl. 1859, 753.
4) Ann. Chem. Pharm. 153, 137.

er, dass Quecksilberchlorid und Kupferoxydsalze die Gährung verhindern. Eisenoxydsalze färben die Hefe, aber schon nach ein paar Tagen hat sich die Hefe wieder entfärbt, worauf dann eine langsame aber regelmässige Gährung eintritt. Chlorkalium und Chlornatrium scheinen die Gährung zu befördern, während Aetzalkalien sie hemmen. Chloroform sowie Chinin hindern die Gährung erheblich, während Nicotin etwas beschleunigt und Strychnin zuerst ein gleiches thut, dann aber verzögernd wirkt. Kreatin scheint die Gährung zu verzögern, während es selbst sich in Kreatinin verwandelt, welches sie beschleunigt. Blausäure verlangsamt die Gährung oder hebt sie ganz auf; jedoch erstreckt sich ihre Wirkung nicht auf das Hefewasser oder doch nur insofern, als sie für dieses conservirend wirkt. Befreit man nämlich die Hefe von der Blausäure, so erhält sie ihre ursprüngliche Wirksamkeit wieder. Ueberhaupt hat die Hefe gegen chemische Reagentien eine grosse Aehnlichkeit mit thierischen Zellen.

Peschechowo[1]) findet die Gährungswidrigkeit des Thymols, während Darby[2]) die des Borax erkennt. Buchholz[3]) macht auf das Verhalten der Phenylsäure aufmerksam, welche je nach der angewendeten Menge die Gährung schwächt oder verhindert.

An derselben Stelle p. 795 findet sich auch ein Referat über Versuche von Serveri, wonach Pepsin weder für sich noch bei Gegenwart von freier Salzsäure einen Einfluss auf die Gährung ausübt, während Magensaft dieselbe beschleunigt.

Für die nachfolgende Arbeit ist von sehr erheblicher Wichtigkeit, dass Harnstoff bei der geistigen Gährung des Zuckers nur dann zerfällt, wenn der Hefe das Harnstoffferment beigemengt ist, wie von Tieghem[4]) nachgewiesen wurde.

---

1) u. 2) Im Ausz. Jahresb. 1873, 886.

3) Im Ausz. Jahresb. 1867, 742.

4) Compt. rend. 58, 210.

In Betreff der Veränderungen, die durch physikalische Einwirkung entstehen, fand Brown[1]), dass bei vermindertem Druck nicht nur eine Verzögerung der Gährung eintritt, sondern dass auch das Verhältniss der entstehenden Kohlensäure zum Alkohol verändert wird, indem die Menge der Kohlensäure überwiegt.

Selbst die Temperatur ist nicht ganz ohne Einfluss auf die Gährungsvorgänge, wie Is. Pierre[2]) zeigte. Er fand nämlich, dass bei der in höherer Temperatur verlaufenden Gährung mehr Butyl- und Amylalkohol gebildet wird und die Ausbeute an Aethylalkohol desto geringer ausfällt. Bei der in möglichst niedriger Temperatur verlaufenden Gährung entstehen die beiden höheren Alkohole nicht, wohl aber immer etwas Propylalkohol.

Einige andere Theorien über die Wirkungsweise der Hefe mögen hier Platz finden. Harz[3]) erklärt die Gährung wie Liebig als einen physikalisch-chemischen Vorgang. Nach seiner Theorie ist aber der Vorgang bedingt durch die Assimilationsfähigkeit der Hefe, indem die Zellmembran den in wässriger Lösung befindlichen Zucker assimilirt, und während nun die in jeder Hefezelle entstehenden und heranwachsenden Tochterzellen die Grösse der Mutterzelle erreichen, zerfällt die Membran letzterer durch von aussen nach innen fortschreitende Metamorphose in Alkohol und die übrigen Gährungsprodukte. Im Anschluss hieran unterscheidet er auch zwei verschiedene Arten von Gährprodukten: direkte und indirekte. Erstere sind die, welche aus dem Zerfall der Zellmembran direkt entstehen, letztere diejenigen, welche in Folge einer Einwirkung der direkt entstehenden auf die Zellmembran hervorgegangen sind.

Eine andere Theorie ist von A. Petit[4]) aufgestellt wor-

1) Chem. Soc. J. [2] 11, 973.
2) Compt. rend. 73, 317.
3) Vierteljahrsschrift pro Pharm. 20, 392 u. 481.
4) Compt. rend. 73, 267.

den. Dieser Forscher geht von der Annahme aus, dass bei Gegenwart von Hefekügelchen Wasser zersetzt wird. Der Sauerstoff verbindet sich wenigstens für einen Moment mit den Salzen der Hefekügelchen, während der Wasserstoff im Entstehungszustande mit Zucker den Alkohol, die Kohlensäure und 1 Atom Wasserstoff liefert, welches für sich wieder Zucker zersetzt. Secundäre Reaktionen wie die Bildung des Glycerins beschränken die theoretisch unbegrenzte Wirkung des Wasserstoffs. Dass nicht der Sauerstoff die Zersetzung bewirkt, geht daraus hervor, dass zwei gährende Flüssigkeiten, von denen die eine 1% schwefligsaures Natron enthält, gleichviel Kohlensäure entwickeln, obschon der Sauerstoff zur Umwandlung des Sulfits in Sulfat gedient hatte.

Hier kann nicht der Ort sein, die Gährungserscheinungen eingehender zu besprechen; ebenso würde es zuweit führen, die Arbeiten über Hefe etc. mitzutheilen. Daher möge dieser sehr kurze Ueberblick über die wichtigsten Arbeiten und Theorien dieses Kapitels genügen.

---

2. Kapitel.

Obschon so viele hervorragende Männer sich sehr eingehend mit der Gährung befassten, und obschon der Gedanke, durch Gährung den Zucker im diabetischen Harn zu bestimmen, so nahe lag, wurde dieselbe bisher nur sehr wenig zu diesem Zwecke in Anwendung gezogen.

Der erste Vorschlag, die Gährung zur quantitativen Bestimmung des Zuckers im diabetischen Harne zu benützen, stammt von Roberts[1]), und seine Methode wurde von

1) Edinburgh med. Journ. Oct. 1861.

Smoler [1]) und W. Manassëin [2]) geprüft. Sie besteht darin, dass man das spec. Gewicht eines zuckerhaltigen Harns vor und nach der Gährung bestimmt, und die Differenz der spec. Gewichte mit einer empirisch gefundenen Zahl multiplicirt. Roberts fand, dass jede Einheit in der dritten Decimale, also 0,001, mit 0,23 zu multipliciren ist, während Manassëin 0,219 angiebt. Letzterer bestimmte den Zucker zur Ermittelung des Multiplikators und zur Controle der Analysen durch den Soleil-Ventzke'schen Polarisationsapparat, sowie durch Titration nach Fehling. Ob und wie gross die Differenzen waren, welche er nach beiden Verfahren erhielt, ist nicht angegeben, auch nicht, wo er die Durchschnittszahl der erhaltenen Zuckermengen als den wirklichen Zuckergehalt ansah.

Er empfiehlt statt die Differenz mit 0,219 zu multipliciren, das Tausendfache derselben durch 4,56 zu dividiren.

Ferner fand er, dass die Temperatur, bei der die Gährung verläuft, ohne Einfluss auf das Resultat derselben, dass jedoch bei 20—24° die Gährung am schnellsten, nämlich in 24 Stunden, beendigt sei.

Die Fehler resp. die Abweichungen von den auf andere Weise erhaltenen Zuckermengen betragen bei ihm im Maximum 0,1% und im Durchschnitt von 12 Analysen 0,038%. Ob die Methode bei schwach zuckerhaltigen Harnen angewendet werden kann, hat er nicht entschieden, glaubt es aber, da ein Verdünnen weder mit Wasser noch mit normalem Harn einen Fehler bedingt.

Obwohl diese Art, den Zucker zu ermitteln, so einfach scheint, wird sie nicht viel angewendet, was leicht erklärlich ist, wenn man bedenkt, dass das spec. Gewicht mit dem Picnometer oder der Mohr'schen Waage bestimmt werden muss.

---

1) Archiv für wissensch. Heilkunde, 1864, p. 256.

2) Centralblatt f. d. med. Wissensch., 1872, p. 551. Im Auszuge Zeitschr. f. anal. Chemie, Bd. 12, p. 236.

Obschon eine derartige Bestimmung auch nicht schwierig ist, so erfordert sie doch viel Zeit. Ein anderer und vielleicht der grösste Uebelstand besteht darin, dass die vergohrene Flüssigkeit, bevor das spec. Gewicht derselben ermittelt wird, zu filtriren ist. Derjenige, der einmal eine solche Bestimmung gemacht hat, weiss, welche Schwierigkeit es bietet, eine Flüssigkeit, die noch lebende Hefezellen enthält, zu filtriren.

In vorliegender Arbeit soll versucht werden, eine Methode zu finden, welche die Uebelstände der Roberts'schen nicht hat, resp. diese so zu modificiren, dass sie vom Arzte selbst und mit nicht zu viel Aufwand an Zeit und Mühe ausgeführt werden kann.

Das Hauptaugenmerk musste, wie leicht ersichtlich ist, auf die Gährung gerichtet sein, und wirklich gelang es auch, die Dauer derselben auf ein paar Stunden zu beschränken.

Manassëin glaubt, dass die Gährung bei 20—24° am raschesten beendigt sei; es hat sich aber durch unsere Untersuchungen herausgestellt, dass bei 32—33° die Flüssigkeit weit rascher vergohren ist, als bei obiger Temperatur. Demnach schien es räthlich, die Gährung bei 30—34° vor sich gehen zu lassen und zur Vermeidung von Verdunstungen das Gährgefäss mit einer in eine Spitze endigenden Glasröhre zu verschliessen.

In zweiter Linie war die Art und Menge der zuzusetzenden Salze von Wichtigkeit. Salze, die die Vegetation der Hefe befördern, mussten zunächst geprüft werden. Hierbei wurde gefunden, dass weinsaures Kali-Natron [1]) (Seignettesalz) und phosphorsaures Kali [2]), dem Harne zugesetzt, genügen, um eine intensive Gährung hervorzurufen. Kohlensaures Ammoniak [3]) beförderte dieselbe nicht mehr. In Betreff der Menge der Salze stellte sich heraus, dass auf 100 ccm Harn

1) Mayer, Berl. Ber. 1880, 1163,
2) Pasteur, Ann. chim. phys. [3] LVIII.
3) ibid.

2 gr von jedem Salze am passendsten scheint; mehr zuzusetzen ist nicht rathsam, da schon ein geringer Ueberschuss hinreicht, die Gährung zu hemmen.

Der dritte Punkt, auf den die Untersuchung ausgedehnt werden musste, betraf die Menge und Beschaffenheit der Hefe. Bei den nachfolgenden Bestimmungen ward eine frische, ausgewaschene Presshefe — von einem hiesigen Hefehändler bezogen — verwendet und wir haben niemals eine schlecht wirkende Hefe gehabt. Ein Einlegen von einigen Stunden in Brunnenwasser von 30—34° verbesserte sie etwas, jedoch so wenig, dass später darauf verzichtet wurde. Wie vorauszusehen war, fanden wir, dass die Dauer der Gährung von dem Gehalt der Flüssigkeit an Hefe abhängt und zwar steht die Dauer der Gährung zu der Menge der Hefe fast genau im umgekehrten Verhältniss. Demnach musste die grösste Menge Hefe genommen werden; 10 gr auf 100 ccm Harn wurden von uns angewandt.

Befolgt man obige Vorschriften und setzt zu 100 ccm diabet. Harns 2 gr weins. Kali-Natron, 2 gr phosphors. Kali, sowie 10 gr Hefe, bringt dann das Gährgefäss in eine Temperatur von 30—34°, so wird in 2—3 Stunden, vorausgesetzt, dass nicht zu viel Zucker vorhanden ist, die Gährung beendigt sein. Dass die Menge des Zuckers auf die Dauer der Gährung einen Einfluss hat, braucht kaum gesagt zu werden. Das Ende der Gährung erkennt man daran, dass die Hefe, welche früher in der Flüssigkeit herumschwamm, jetzt fast vollständig zu Boden gefallen ist.

Wenn die Gährung beendigt, so kann die eigentliche Bestimmung auf verschiedene Art ausgeführt werden:

A. Man bestimmt die Menge des Alkohols und berechnet hieraus den Zucker und nach

B. bestimmt man das spec. Gewicht des Harns vor und nach der Gährung. Aus der Differenz berechnet sich die Menge des vergohrenen Zuckers.

A. Bestimmung des bei der Gährung entstehenden Alkohols und Berechnung des Zuckers aus demselben.

Die bequemste Methode zur Bestimmung des Alkohols in Flüssigkeiten besteht darin, dass man die Tension der wenig Alkohol enthaltenden Flüssigkeit misst. Der von Dr. Geissler zu demselben Zwecke construirte Apparat, das Vaporimeter, an dieser Stelle zu beschreiben, würde, da dasselbe sehr bekannt ist, unnöthig sein. Es genügt mitzutheilen, dass die Scala empirisch und nicht durch Berechnung gefunden wird.

Zur Bestimmung des Alkohols in einer Flüssigkeit muss dieselbe frei von Gas sein. Das Gährprodukt ist aber mit Kohlensäure gesättigt; es wird daher nöthig sein, dieselbe vorher zu entfernen, was auf zwei verschiedenen Wegen erreicht werden kann.

I. Man bindet die Kohlensäure an eine Base oder

II. destillirt man den Alkohol ab und bestimmt denselben im Destillate entweder mit dem Vaporimeter oder auch durch das spec. Gewicht.

Die dem Vaporimeter beigegebene Gebrauchsanweisung schreibt vor, die Kohlensäure durch gebrannten Kalk zu entfernen. Es stellte sich aber heraus, dass hierdurch der Apparat leicht verschmiert wird und auch, dass man nicht immer ganz sicher ist, sie vollständig entfernt zu haben.

Magnesia usta sowie frisch gefälltes Bleioxyd absorbiren die Kohlensäure nicht. Aetzalkalien bewirken Verseifungen und treiben Ammoniak aus. Das beste und sicherste Mittel war Barythydrat entweder als festes Salz oder in Lösung. In letzterm Falle bleibt natürlich die Verdünnung zu berücksichtigen. Die Ausführung ist nun folgende: Nachdem der Harn vergohren, wird er mit Barythydrat bis zur alkal. Reaktion versetzt und dann sein Vo-

lumen gemessen. Die Hefezellen werden wahrscheinlich durch die Barytlösung getödtet und lassen sich sehr leicht filtriren; mit dem klaren Filtrat wird die Vaporisation ausgeführt. Wenn nach dem völligen Erkalten des Apparates über der Flüssigkeit eine Luftblase bleibt, so ist diese zu entfernen und die Bestimmung zu wiederholen. Erst diejenige Ablesung ist die richtige, bei der nach dem Erkalten keine Luftblase bleibt.

Die Bestimmungen des Zuckers zur Controle wurden nach Knapp, mit den Modificationen von Soxhlet und der Erkennung des Endpunktes nach Brumme, vermittelst alk. Zinnoxydullösung ausgeführt. Die Knapp'sche Lösung ist mit der grössten Vorsicht bereitet und von Zeit zu Zeit mit Zuckerbestimmungen in reinen Zuckerlösungen durch das Wild'sche Polaristrobometer verglichen worden. Die Uebereinstimmung war immer vollkommen.

1) 25 ccm Harn, welche für eine solche Bestimmung hinreichend sind, wurden mit $^1/_2$ gr weinsaurem Kali-Natron, $^1/_2$ gr kryst. phosphorsaurem Kali, sowie $2^1/_2$ gr Hefe versetzt und bei 30—34° vergohren. Der Harn enthielt nach Knapp 6,00 % Zucker. Das Volumen der Flüssigkeit betrug nach der Gährung 27 ccm und die Ablesung — nach vorheriger Fällung der Kohlensäure und Filtration — am Vaporimeter mit der Correctur für Temperatur und der des Apparates ergab 2,84 Gewichtsprocent Alkohol. Da nun das spec. Gewicht eines Alkohols von 2,84 % nahezu 1 ist, konnte man für die 27 ccm 27 gr alkoholische Flüssigkeit berechnen.

Hieraus berechnet sich 6,001 % Zucker.

2) 25 ccm desselben Harns, genau wie oben mit Nährsalzen sowie Hefe versetzt und vergohren, dann aber statt mit Barythydrat mit Kalk gefällt, ergab denselben Werth: 2,84 Gewichtsprocent Alkohol und 27 ccm Flüssigkeit, also auch 6,001 % Zucker.

Das Ausmessen der Flüssigkeit muss vor der Filtration geschehen, da die vorher trocknen Gefässe Feuchtigkeit zu-

rückhalten, wodurch das Volumen der Flüssigkeit zu niedrig gefunden würde.

3) 25 ccm eines andern, nur 4,65 % Zucker enthaltenden Harns wurden wie oben mit den Nährsalzen und der nöthigen Menge Hefe versetzt. Nach der Gährung und Ausfällung der Kohlensäure betrug hier das Volumen der Flüssigkeit nur 26,5 ccm und die Ablesung am Vaporimeter mit den Correcturen 2,26 Gewichtsprocent Alkohol, entsprechend 4,687% Zucker.

4) Die Bestimmung des Alkohols bei einem auf gleiche Weise behandelten Gährprodukte von demselben Harn ergab 2,3 Gewichtsprocent Alkohol bei 26,5 ccm Flüssigkeit, woraus sich 4,77 % Zucker berechnen.

5) 25 ccm eines Harns, der nach Knapp 7,81 % Zucker enthielt, ergab nach der Gährung und Ausfällung der Kohlensäure mit Aetzbaryt 26,5 ccm Flüssigkeit. Nach dem Filtriren wurde vaporisirt. Es fand sich, dass die Flüssigkeit 3,7 Gewichtsprocent Alkohol enthielt, woraus sich die Zuckermenge auf 7,671 % berechnet.

6) Die Alkoholbestimmung eines andern Gährproduktes von demselben Harn ergab 3,8 Gewichtsprocent, während die Flüssigkeitsmenge dieselbe war. Die Zuckermenge berechnet sich demnach auf 7,889 %.

7) 25 ccm eines 6,21 % Zucker enthaltenden Harns wurden, nachdem sie mit den Nährsalzen und Hefe versetzt waren, bei 30—34 ° der Gährung ausgesetzt, dann die Flüssigkeit mit Liebig'scher Barytmischung bis zur alk. Reaktion versetzt und ihr Volumen gemessen. Es betrug 40,5 ccm. Nach dem Filtriren wurde vaporisirt, wobei man mit den Correcturen 1,9 Gewichtsprocent Alkohol fand, der Zucker beträgt demnach 6,02 %.

8) 25 ccm desselben Harns genau wie oben behandelt ergaben beim Vaporisiren 1,95 Gewichtsprocent Alkohol, während die Flüssigkeitsmenge wie oben 40,5 ccm blieb.

Es berechnet sich der Zuckergehalt auf 6,17 %.

Die Ausfällung der Kohlensäure nach der letzten Methode ist am reinlichsten und dürfte auch wohl am sichersten sein. Es wurde Liebig'sche Barytmischung und nicht Barytwasser genommen, damit nicht etwa Aetzbaryt durch seine Verwandtschaft mit der Schwefelsäure des Harns eine Base frei machen und diese ihrerseits etwas Ammoniak austreiben könnte.

B. Vertreibung der Kohlensäure durch Destillation.

Diese Methode zur Bestimmung des Alkohols resp. zur Vertreibung der Kohlensäure leidet an dem geringen Uebelstande, dass die Flüssigkeit sehr erheblich schäumt. Tannin hilft hier nicht viel. Es ist aber bei einiger Vorsicht und besonders bei langsamem Erhitzen leicht, den Alkohol abzudestilliren, ohne dass ein Ueberschäumen stattfindet.

1) 25 ccm Harn, der nach Knapp 7,14 % Zucker enthielt, wurden wie früher mit den Nährsalzen sowie mit Hefe versetzt und vergohren. Aus der vergohrenen Flüssigkeit wurden 11,3 gr abdestillirt und diese vaporisirt. Sie zeigten 8,1 Gewichtsprocent Alkohol. Hieraus berechnet sich 7,163 % Zucker.

2) Von einer andern vergohrenen Flüssigkeit desselben Harns wurden 11,9 gr abdestillirt, welche mit den Correcturen 7,8 Gewichtsprocent Alkohol enthielten. Daraus berechnen sich 7,264 % Zucker.

3) Aus 25 ccm eines Harns, der 6,06 % Zucker enthielt, wurden nach der Gährung 20 gr abdestillirt. Diese 20 gr Destillat ergaben bei der Vaporisation mit den Correcturen 3,9 Gewichtsprocent Alkohol, woraus sich 6,104 % Zucker berechnen.

Bei Beschreibung der Vaporisation ist von einer Correctur des Apparates die Rede. Es ist nöthig, dass das Vaporimeter vor dem Gebrauche geprüft wird, da man in der hiesigen Fabrik die Scala in der Art bestimmt, dass Wasser und verd. Alkohole in den Apparat ohne Luftblase eingefüllt

werden. Der Stand der Quecksilbersäule wird unmittelbar als der Nullpunkt, resp. der der Concentration des Alkohols entsprechende Punkt bezeichnet. Es wird dabei keine Rücksicht auf die Gasmenge genommen, welche die Flüssigkeit oder das Quecksilber enthält. Wie nöthig dieses aber ist, geht daraus hervor, dass ich die Scala um 1,6 cm nach unten verschieben musste, um den richtigen Alkoholgehalt abzulesen. Dieser Werth, 1,6 cm, wird erhalten, indem man nur endgültig den Nullpunkt bestimmt und ausmisst, wie weit dieser unter dem der Scala liegt. Findet man dann bei der Bestimmung eines Alkohols einen gewissen Werth, so hat man dazu noch 1,6 cm auf der Scala hinzuzuzählen und erst die dann erhaltene Ablesung ist die richtige. Diese Correctur ist natürlich für jeden Stand des Quecksilbers verschieden.

Nach Pasteur[1]) gehen 6 % der Gesammtzuckermenge durch Bildung von Glycerin, Bernsteinsäure, Fett und Cellulose verloren. Hier wurde diese Beobachtung nicht gemacht. Wir können uns keine andere Erklärung denken, als dass die grosse Menge von Hefe, trotzdem sie gut ausgewaschen wird, soviel Alkohol wieder zuführt, wie durch Bildung der Nebenprodukte daran verloren geht. Stellen wir nämlich die Zahlen einander gegenüber, so finden wir, dass die Uebereinstimmung zwischen den erhaltenen Zuckermengen befriedigend ist.

Nach Knapp.	Durch Gährung.
6,00 — — —	6,001 6,001
4,65 — — —	4,687 4,77
7,81 — — —	7,671 7,889
6,21 — — —	6,02 6,17

1) Ann. chim. phys. [3], Bd, LVIII u. s. f.

Nach Knapp.	Durch Gährung.
7,14 — — —	7,136 7,264
6,06 — — —	6,104.

B. Bestimmung des spec. Gew. vor und nach der Gährung und Berechnung des Zuckers aus der Differenz der specifischen Gewichte.

Unter A ist eine Methode zur Bestimmung des Zuckers beschrieben worden, welche zwar gut stimmende Zahlen ergiebt, dagegen in ihrer Ausführung nicht eben einfach ist und einen theuern Apparat erfordert. Andererseits ist aber der eine Uebelstand der Roberts'schen Methode, die spec. Gew.-Bestimmungen, beseitigt und dem andern der Filtration sehr wesentlich abgeholfen.

Es war anzunehmen, dass die Filtration der alk. Flüssigkeit so gut von Statten ging, weil der Niederschlag von schwefelsaurem und phosphorsaurem Baryt die Hefezellen mit zu Boden riss. Demnach wäre es möglich gewesen, die Roberts'sche Methode in ihrer Gestalt zu belassen und nur die Filtration zu erleichtern durch Erzeugung eines Niederschlages in der vergohrenen Flüssigkeit, der ebenfalls die Hefezellen mit zu Boden reisst. Der Niederschlag, resp. seine Componenten müsten aber derart sein, dass sie keinen Bestandtheil des Harns fällen oder verändern, denn sonst würde, je nachdem mehr oder weniger von diesem Bestandtheil im Harn enthalten ist, der Multiplikator auch bald grösser oder kleiner sein.

Ein Niederschlag, der den obigen Anforderungen zu genügen schien, war das chromsaure Blei. Auf eine in der Kälte gesättigte Lösung von neutr. chromsaurem Kali wurde eine Lösung von Bleiacetat in der Art gestellt, dass eine gleiche Anzahl ccm der einen Lösung dieselbe Anzahl ccm der andern Lösung fällt, so dass sich im Filtrate nur Kalium-

acetat befindet. Die Probe, ob noch Kaliumchromat oder Bleiacetat zuzusetzen ist, wird mit den betreffenden Reagentien in ein paar Tropfen der abfiltrirten Flüssigkeit gemacht, wie bei einer Chlorbestimmung nach Habel-Fernholz.

Die Ausführung einer Zuckerbestimmung auf diese Art geschah folgendermassen.

Nachdem das spec. Gewicht des Harns bestimmt war, wurden 100 ccm desselben mit 2 gr weinsaurem Kali-Natron, 2 gr phosphorsaurem Kali, 10 gr Hefe und 10 ccm der chromsauren Kali-Lösung versetzt, dann mit 10 ccm essigsaurem Blei gefällt und filtrirt. Letzteres geht sehr leicht von Statten. Vom klaren Filtrate wurde wieder das spec. Gew. genommen. Jetzt werden 100 ccm wie vorher behandelt und vor dem Zusatz von chroms. Kali vergohren.

Nachdem die Gährung beendet, wird dieses sowie essigsaures Blei zugesetzt, filtrirt und wieder das spec. Gew. genommen. Die Differenz der beiden letzten spec. Gew. muss in einem Verhältniss zur Menge des vergohrenen Zuckers stehen. Ferner muss, da die Behandlungsweise des unvergohrenen Harns mit den Nährsalzen, der Hefe und dem Bleichromat bei allen Harnen dieselbe ist und kein Bestandtheil des Harns verändert wird, das spec. Gew. des unvergohrenen und mit keinem Reagenz versetzten Harns sich durch eine bestimmte Grösse von dem spec. Gew. des gleichfalls unvergohrenen, aber durch Zusatz der Nährsalze, der Hefe, des Kaliumchromats, des Bleiacetats gefällten Harnes (d. h. von dem spec. Gew. des Filtrats des letzteren) unterscheiden. Wir wollen diese Grösse D nennen.

Bestimmungen von D und von dem Multiplikator:

1) 100 ccm Harn, dessen spec. Gew. 1,038 und dessen Zuckergehalt zu 4,784 % nach Knapp gefunden war, wurden mit 2 gr weinsaurem Kali-Natron, 2 gr phosphorsaurem Kali, 10 gr Hefe und 10 ccm Kaliumchromat versetzt, dann mit 10 ccm Bleiacetat gefällt und filtrirt. Das spec. Gew. des

Filtrats, sowie das spec. Gew. des unveränderten Harns wurden mit dem Picnometer bestimmt. Das spec. Gew. des Filtrats war 1,0559, D ist also hier gleich 0,0179.

100 ccm Harn wie oben behandelt, vor Zusatz des Kaliumchromates aber vergohren, dann hiermit sowie mit Bleiacetat versetzt und filtrirt ergaben ein spec. Gew. 1,0377. Die Differenz des spec. Gew. des unvergohrenen und des vergohrenen Harns beträgt also 0,0182.

Diese Differenz zur Bestimmung des Multiplikators in die gefundene Zuckermenge dividirt ergiebt 263.

2) Zur zweiten Bestimmung der Constanten wurden 100 ccm Harn, welche 7,46 % Zucker enthielten und das spec. Gew. 1,043 hatten, mit den Nährsalzen, sowie Hefe und 10 ccm Kaliumchromat versetzt, dann mit Bleiacetat gefällt und filtrirt. Das klare Filtrat zeigte das spec. Gew. 1,0608. D = 0,0178. Weitere 100 ccm Harn wurden wie oben mit den Nährsalzen und Hefe versetzt, dann vergohren und jetzt erst mit Kaliumchromat und Bleiacetat gefällt, dann filtrirt. Das Filtrat hatte das spec. Gew. 1,0325.

Die Differenz des spec. Gew. vor und nach der Gährung betrug 0,0283 und der Multiplikator $\frac{7,46}{0,0283} = 264$.

3) 100 ccm Harn, dessen spec. Gew. 1,0465, und dessen Zuckergehalt 9,174 % betrug, wurden wie oben mit den Nährsalzen der Hefe, dann mit Kaliumchromat versetzt und mit essigsaurem Blei gefällt. Es ergab sich nach der Filtration das spec. Gew. 1,0643, woraus D auf 0,0178 berechnet wird.

Weitere 100 ccm Harn, vor dem Zusatz von Kaliumchromat vergohren, wurden nach Zusatz desselben mit Bleiacetat gefällt und filtrirt. Das Filtrat ergab das spec. Gew. 1,0292. Die Differenz des spec. Gew. vor und nach der Gährung betrug demnach 0,0351 und der Multiplikator 261.

Aus diesen drei Bestimmungen folgt nun, dass die Durchschnittszahl 263 der Werth ist, mit dem die Differenz

des spec. Gew. multiplizirt werden muss, um den Procentgehalt Zucker in einem vergohrenen diabetischen Harne zu finden. Ferner folgt aus den angestellten Untersuchungen, dass es nicht nöthig ist, das spec. Gew. des Filtrats von unvergohrenem aber mit den genannten Zusätzen und Reagentien versetztem Harne zu nehmen, sondern dass dieses gefunden wird, indem man zum spec. Gew. des unveränderten Harns D = 0,0178 addirt.

Ein grosser Uebelstand war noch der, dass das spec. Gew. mit dem Picnometer ermittelt werden musste.

Um dem abzuhelfen, wurden neben diesen Bestimmungen auch solche mit dem Urometer unter genauer Berücksichtigung der Temperatur gemacht.

Das von uns benutzte Instrument stammt aus dem Geschäfte von Dr. Geissler's Nachf. F. Müller und trägt zu gleicher Zeit ein Thermometer.

Wir stellen die spec. Gew., die wir mit dem Picnometer erhalten haben, den mit dem Urometer erhaltenen gegenüber.

Picnometer.	Urometer.	Differenz.
1,0380	1,0380	0
1,0559	1,0560	0,0001
1,0337	1,0380	0,0003
1,0430	1,0430	0
1,0608	1,0610	0,0002
1,0325	1,0325	0
1,0465	1,0465	0
1,0643	1,0640	0,0003
1,0292	1,0290	0,0002

Da die Differenzen der spec. Gew. so sehr gering sind, wurde bei sämmtlichen folgenden Bestimmungen des spec. Gewichts das Urometer dem Picnometer vorgezogen.

Hauptsächlich ist darauf zu achten, dass die Temperaturen, bei denen die spec. Gew. ermittelt werden, die gleichen sind.

Die Ausführung der eigentlichen Bestimmungen mit Hülfe der oben ermittelten Constanten ist nun folgende:

Das spec. Gew. des zu untersuchenden Harns (A) wird mit Hülfe des Urometers bestimmt. Dann wird der Harn mit 4 gr schon vorher gemischter Nährsalze, sowie mit Hefe versetzt und vergohren.

Ist die Gährung vorüber und die Flüssigkeit erkaltet, so wird sie mit 10 ccm Kaliumchromat versetzt und mit 10 ccm Bleiacetat gefällt. Das spec. Gew. des Filtrats (B) muss jetzt bei derselben Temperatur genommen werden, bei der auch das erste spec. Gew. A bestimmt wurde.

Die Berechnung ist sehr einfach. Zu dem spec. Gew. A addiren wir den Werth D, subtrahiren hiervon das spec. Gew. B und multipliciren die Differenz mit 263.

Einige Bestimmungen sind ausgeführt worden, um die Genauigkeit der Methode zu ermitteln.

4) 100 ccm eines Harns, der das spec. Gew. 1,0395 hatte und 6,13 % Zucker (Knapp) enthielt, wurden mit 4 gr Nährsalzen und mit 10 gr Hefe versetzt und der Gährung unterworfen. Nachdem dieselbe vorüber, wurde die Flüssigkeit mit Kaliumchromat versetzt und mit Bleiacetat gefällt, dann filtrirt und das spec. Gew. genommen. Es betrug 1,0335 und die Berechnung ergiebt 6,26 % Zucker.

5) 100 ccm eines Harns, dessen spec. Gew. 1,0415 und dessen Zuckergehalt 7,353 war, wurden mit den Nährsalzen sowie Hefe versetzt und vergohren, dann gefällt und das spec. Gew. von dem klaren Filtrate ermittelt. Dasselbe betrug 1,032, woraus sich 7,18 % Zucker berechnen.

6) Derselbe Harn wurde mit destillirtem Wasser auf das doppelte Volumen gebracht; er enthielt demnach jetzt 3,676 % Zucker und zeigte das spec. Gew. 1,021. Nachdem 100 ccm mit den Nährsalzen und Hefe vergohren waren, wurden sie mit Bleichromat gefällt und filtrirt. Das spec. Gew. war jetzt 1,025, und der Zuckergehalt berechnet sich auf 3,63 %.

7) Diabetischer Harn vom spec. Gew. 1,0405 und einem Zuckergehalt von 6,32 % wurde wie oben behandelt. Sein spec. Gew. nach der Gährung betrug 1,0345, woraus sich 6,26 % Zucker berechnen.

Wenn man die erhaltenen Zuckermengen einander gegenüberstellt

nach Knapp,	durch Gährung
6,13	6,26
7,353	7,18
3,676	3,63
6,32	6,26

so findet man eine hinlängliche Uebereinstimmung. Es wurde desshalb auf weitere Prüfungen der Methode verzichtet. Auch ist ihre Anwendung eine genügend einfache, da sich das chromsaure Kali und essigsaure Blei in gut verschlossenen Gefässen aufbewahrt sehr lange hält.

Viele Aerzte würden aber doch wohl diese Methode nicht gerne wegen des Ausfällens und Filtrirens anwenden. Zwar lässt sich das chroms. Kali in Lösung, sowie auch das essigs. Blei leicht aus einer Apotheke oder chemischen Fabrik beziehen; aus ersterer kann sich der Arzt auch die Nährsalze in für eine Gährung abgewogenen Mengen verschaffen. Da jedoch trotz der gefundenen Vereinfachung die Methode noch immer etwas umständlich erscheint, soll versucht werden, die Filtration ganz zu umgehen. Zu dem Zwecke musste ermittelt werden, um wieviel das spec. Gewicht eines Harns durch Zusatz von Hefe zunimmt. Hierbei stellte sich heraus, dass die Hefe, vollständig in der Flüssigkeit vertheilt, das spec. Gewicht erheblich vergrössert. Hat sich aber die grösste Menge Hefe zu Boden gesetzt, so ist eine Veränderung des spec. Gewichts mit dem Urometer nicht mehr nachzuweisen, trotzdem das Instrument noch 0,0005 des spec. Gewichts anzeigt. Da der Unterschied im spec. Gewicht der klaren Flüssigkeit und der schwach getrübten so ausserordentlich klein war, konnte die Roberts'sche Methode der Zucker-

bestimmung so sehr vereinfacht werden, dass sie auch in den Händen eines vollkommen Ungeübten recht genaue Bestimmungen zulässt.

Um die Erhöhung D durch Zusatz der Nährsalze, sowie den Multiplikator zu bestimmen, wurden

1) 100 ccm Harn, dessen spec. Gew. 1,0475 war und der 9,009 % Zucker (Knapp) enthielt, mit den Nährsalzen versetzt. Sein spec. Gew. betrug jetzt 1,0695 und die Zunahme D = 0,022.

Nachdem dieser Harn dann mit Hefe versetzt, vergohren und erkaltet war, wurde er in den Cylinder, in dem die spec. Gew.-Bestimmung gemacht werden sollte, gebracht und, nachdem jetzt alle Hefe zu Boden gefallen, das spec. Gew. der schwach trüben Flüssigkeit genommen. Es betrug 1,029 und änderte sich auch nicht, als die vergohrene Flüssigkeit durch längeres Stehen ganz klar geworden war.

Die Differenz des spec. Gewichts betrug demnach 0,0405. Diese, in die Zuckermenge dividirt, ergiebt einen Multiplikator 222.

2) Bei einer zweiten Bestimmung ergaben sich folgende Werthe:

Das spec. Gewicht des Harns betrug 1,0375, sein Zuckergehalt 7,19 % (Knapp), nach Zusatz der Nährsalze 1,0575: D = 0,022. Nach der Gährung zeigte der Harn das spec. Gewicht 1,0265. Die Differenz vor und nach der Gährung war also 0,033 und der Multiplikator 218.

3) Zur dritten Bestimmung der Constanten wurden 100 ccm Harn vom spec. Gewichte 1,046 und 7,993 % Zucker (Knapp) mit 4 gr Nährsalzen versetzt. Sein spec. Gewicht betrug nun 1,068. Die Zunahme D = 0,022. Nach der Gährung war das spec. Gewicht 1,0355. Die Differenz des spec. Gewichts war demnach 0,0325 und der Multiplikator 215.

4) Die vierte Bestimmung wurde mit einem auf das Doppelte verdünnten Harne gemacht, dessen spec. Gew. 1,0225 und dessen Zuckergehalt 3,816 betrug. Derselbe zeigte auf

Zusatz der Nährsalze das spec. Gew. 1,0445. Die Differenz D ist also gleich 0,022. Nach der Gährung hatte der Harn das spec. Gew. 1,027. Die Differenz des spec. Gew. vor und nach der Gährung beträgt also 0,0175. Dieses zur Erlangung des Multiplikators in die Zuckermenge dividirt ergiebt 218.

Die Durchschnittszahl der Multiplikatoren ist also 218, während die Differenz des spec. Gew. des unveränderten und des mit den Nährsalzen versetzten Harns D = 0,022 beträgt.

Zur Controle der Methode wurden noch einige Bestimmungen gemacht.

5) 100 ccm des unverdünnten Harns, der zu der vierten Bestimmung der Constanten gedient hatte, dessen Zuckermenge also 7,63 % nach Knapp und dessen spec. Gew. 1,044 war, wurden mit 4 gr Nährsalzen und 10 gr Hefe versetzt und vergohren. Nach der Gährung betrug das spec. Gew. 1,030. Die Berechnung ist wie früher:

Spec. Gewicht des unveränderten Harns plus D, minus spec. Gewicht des vergohrenen Harns, multiplicirt mit 218. Obiger Harn enthielt demnach 7,85 % Zucker.

6) Der Harn, der zur dritten Bestimmung der Constanten diente, wurde auf das doppelte Volum verdünnt und zeigte das spec. Gew. 1,0235 bei einer Zuckermenge von 3,496 % nach Knapp. Nach der Gährung hatte die Flüssigkeit das spec. Gewicht 1,0295, woraus sich 3,49 % Zucker berechnen.

7) Harn vom spec. Gew. 1,041 und der Zuckermenge 7,52 nach Knapp ward, nachdem er mit den Nährsalzen und Hefe versetzt war, vergohren. Er zeigte dann das spec. Gew. 1,029, woraus sich 7,41 % Zucker berechnen.

8) Derselbe Harn aufs doppelte Vol. verdünnt hatte jetzt das spec. Gew. 1,021, während die Zuckermenge natürlich die Hälfte 3,76 % war. Er wurde, nachdem die Nährsalze und Hefe zugesetzt waren, vergohren und zeigte dann das spec. Gew. 1,026, woraus sich 3,70 % Zucker berechnen.

9) Lässt man die Gährung bei gewöhnlicher Tempera-

tur vor sich gehen, so hat dieses keinen Einfluss auf das Resultat der Zuckerbestimmung, indem Harn vom spec. Gew. 1,037, mit den Nährsalzen und Hefe versetzt, nach der Gährung, die aber 6—7 Stunden dauerte, das spec. Gew. 1,0295 zeigte, woraus sich 6,43 % Zucker berechnen, während der Harn 6,45 % nach Knapp enthielt.

10) Um den Unterschied der mehr oder weniger gut ausgewaschenen Hefe kennen zu lernen, wurde derselbe Harn mit weniger gut ausgewaschener Hefe in Gährung versetzt. Nach derselben war sein spec. Gew. 1,0285, woraus sich 6,65 % Zucker berechnen.

11) 100 ccm Harn, dessen spec. Gew. 1,032 betrug und der 5,38 % Zucker enthielt, wurde wie früher mit gut ausgewaschener Hefe vergohren. Sein spec. Gewicht war jetzt 1,0295 und hieraus berechnet sich der Zuckergehalt auf 5,34 %.

12) Derselbe Harn, auf das 10fache verdünnt, zeigte das spec. Gew. 1,0035. Die Zunahme, die er durch Zusatz der Nährsalze erhält, war 0,023. Nach der Gährung hatte er das spec. Gew. 1,024. Die Differenz vor der Gährung und nach der Gährung ist also 0,0025, woraus sich der Zuckergehalt auf 0,545 % berechnet, während der Harn 0,538 % nach Knapp enthielt.

13) Harn vom spec. Gew. 1,033, dessen Zuckermenge 4,29 % war, ward mit Nährsalzen und Hefe versetzt und vergohren. Er zeigte das spec. Gew. 1,035, woraus die Zuckermenge 4,36 % folgt.

14) Derselbe Harn, auf das 10fache verdünnt, zeigte das spec. Gew. 1,004; seine Zunahme beträgt gleichfalls 0,023, nach der Gährung war das spec. Gew. 1,0245. Die Differenz war also 0,0025 und die Menge des berechneten Zuckers 0,545 %, während 0,429 % nach Knapp erhalten wurden.

Stellen wir die Resultate einander gegenüber, welche mit Umgehung der Fällung erhalten sind:

nach Knapp,	durch Gährung
7,63	7,85
3,496	3,48
7,52	7,41
3,76	3,70
6,45	6,43
6,45	6,65
5,38	5,34
0,538	0,545
4,29	4,36
0,429	0,545

so finden wir, dass die so modificirte Robert'sche Methode trotz ihrer grossen Einfachheit doch genaue Zuckerbestimmungen ergibt, ferner, dass sie sich, da Harne von 3 Diabetikern untersucht worden sind, auf alle Fälle ausdehnen lässt, sowie drittens, dass ein Verdünnen des Harns bis auf das 10fache keinen Einfluss auf die Zuckerbestimmungen ausübt. Die äusserste Grenze scheint bei 0,109 % Zuckergehalt zu liegen, da unser Urometer nur eine sichere Ablesung von 0,0005 zulässt.

Um dem Arzt die Methode noch handlicher zu machen, wurde der jetzige Inhaber des Dr. Geissler'schen Geschäftes, F. Müller ersucht, an die Cylinder, in denen die spec. Gewichtsbestimmung vorgenommen wird, eine Marke anzubringen, welche es ermöglicht, 100 ccm Flüssigkeit abzumessen.

Die Menge der Hefe ist, wie früher schon mitgetheilt wurde, nur von Einfluss auf die Dauer der Gährung, nicht aber auf das Resultat der Zuckerbestimmung, während die Menge der Salze ganz genau 4 gr betragen muss.

In Betreff des Gährgefässes sei noch mitgetheilt, dass dasselbe 3—400 ccm fassen muss, da sonst in Folge einer zu stürmischen Gährung ein Aufsteigen der Gährflüssigkeit in die den Verschluss bildende Glasröhre stattfinden kann.

Lebenslauf.

Geboren wurde ich Joh. Peter Breidenbend am 30. December 1855 in Düren, woselbst meine Eltern, Bauunternehmer Engelb. Breidenbend und Anna Maria geb. Pütz, ansässig sind.

In der katholischen Religion erzogen, besuchte ich in meiner Vaterstadt die Elementarschule und von Herbst 1867 bis Herbst 1876 das Gymnasium. Mit dem Zeugniss der Reife entlassen, bezog ich dann die Universität Bonn, um mich dem Studium der Medicin zu widmen. Am 25. Juli 1878 bestand ich das Tentamen physicum. Das Wintersemester 1878/79 brachte ich in Strassburg i./E. zu, woselbst ich behufs Ableistung des halbjährigen Militärdienstes mit der Waffe bei dem Feld-Artillerie-Regiment Nr. 15 eintrat. Nachdem ich das Sommersemester 1879 an der Würzburger Universität zugebracht hatte, kehrte ich Herbst 1879 nach Bonn zurück. Hier besuchte ich, durch Krankheit einige Zeit im Studium behindert, noch vier Semester hindurch die verschiedenen Kliniken und die dem Studiengange entsprechenden Vorlesungen.

Im Winter 1881/82 absolvirte ich die ärztliche Staatsprüfung.

Das Examen rigorosum bestand ich am 12. Mai 1882.

Meine Lehrer waren die Herren Professoren und Docenten:

in Bonn: Binz, Burger, Busch, Clausius, Dittmar, Doutrelepont, Finkler, Fuchs, v. Hanstein, A. Kekulé, Kocks, Koester, v. Leydig, Madelung, v. Mosengeil, Nussbaum, Obernier, Pflüger, Ribbert, Rühle, Saemisch, v. la Valette St. George, Veit, Zuntz;

in Strassburg: Krieger, Kussmaul, Liebmann, v. Recklinghausen, Sonnenburg;
in Würzburg: v. Bergmann, Flesch, Gerhardt, Kunkel, Riedinger, Rindfleisch, Rossbach.

Allen diesen meinen hochverehrten Lehrern spreche ich meinen herzlichsten Dank aus.

Thesen.

1) Die Ansicht Liebig's über die Gährung ist die den Thatsachen am meisten entsprechende.

2) Bei der chronischen Morphiumvergiftung ist die allmähliche Entziehung des Giftes der plötzlichen immer vorzuziehen.

3) Bei angeborener Spalte des weichen Gaumens ist die Staphyloraphie nicht indicirt.

4) Wenn die Geburt eines lebenskräftigen Kindes auf natürlichem Wege nicht möglich, die rasche Beendigung der Geburt aber mit Rücksicht auf das Leben der Mutter erforderlich ist, so ist der Kreissenden gegenüber nur der Kaiserschnitt als das nöthige Entbindungsverfahren zu bezeichnen und nicht ihr die Wahl zwischen Kaiserschnitt und Verkleinerung der Frucht anheimzugeben.

Opponenten:

Fr. Bock, Cand. med.
Dr. P. Jansen, prakt. Arzt.
Dr. P. J. Antweiler, Assistent.